

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электроэнергетика и электротехника

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины  
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ**

|   |  |
|---|--|
| <b>Блок:</b>  | <b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>                                    |
| <b>Часть образовательной программы:</b>   | Обязательная   |
| <b>№ дисциплины по учебному плану:</b>  | Б1.О.21  |
| <b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>  | 4 семестр - 4;<br>5 семестр - 4;<br>всего - 8                          |
| <b>Часов (всего) по учебному плану:</b>   | 288 часа   |
| <b>Лекции</b>   | 4 семестр - 16 часов;<br>5 семестр - 16 часов;<br>всего - 32 часа      |
| <b>Практические занятия</b>   | 4 семестр - 16 часов;  |
| <b>Лабораторные работы</b>  | 4 семестр - 16 часов;<br>5 семестр - 16 часов;<br>всего - 32 часа      |
| <b>Консультации</b>   | 4 семестр - 2 часа;<br>5 семестр - 18 часов;<br>всего - 20 часов       |
| <b>Самостоятельная работа</b>   | 4 семестр - 93,5 часа;<br>5 семестр - 89,2 часа;<br>всего - 182,7 часа |
| <b>в том числе на КП/КР</b>   | 5 семестр - 33,7 часа;   |
| <b>Иная контактная работа</b>   | 5 семестр - 4 часа;  |
| <b>включая:</b><br>Контрольная работа<br>Расчетно-графическая работа<br>Лабораторная работа |  |
| <b>Промежуточная аттестация:</b>  |  |
| Экзамен   | 4 семестр - 0,5 часа;  |
| Защита курсового проекта  | 5 семестр - 0,3 часа;  |
| Экзамен   | 5 семестр - 0,5 часа;  |
|   | всего - 1,3 часа   |

**Москва 2018**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

|  |  |                                 |
|--|--|---------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                 |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                 |
|  | Владелец   | Ширинский С.В.                  |
|  | Идентификатор                                      | Rac9f4bfa-ShirinskiiSV-a85b725f |

(подпись)

С.В. Ширинский

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

|  |  |                             |
|--|--|-----------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                             |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                             |
|  | Владелец   | Тульский В.Н.               |
|  | Идентификатор                                      | R292b173d-TulskyVN-7e812984 |

(подпись)

В.Н. Тульский

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

|  |  |                             |
|--|--|-----------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                             |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                             |
|  | Владелец   | Тульский В.Н.               |
|  | Идентификатор                                      | R292b173d-TulskyVN-7e812984 |

(подпись)

В.Н. Тульский

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение принципов электромеханического преобразования энергии для разработки электрических машин и их применения на практике

### Задачи дисциплины

- освоение принципов действия основных электрических машин;
- приобретение навыков расчета параметров и характеристик электрических машин;
- освоение общих сведений о процессах производства, монтажа, наладки, испытаний и эксплуатации электрических машин;
- освоение особенностей конструкции и характеристик различных типов электрических машин.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

| Код и наименование компетенции   | Код и наименование индикатора достижения компетенции  | Запланированные результаты обучения  |
|--|---|--|
| ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин | ИД-5 <sub>ОПК-4</sub> Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик | знать:<br>- принципы действия, конструкции и характеристики трансформаторов;<br>- способы построения обмоток машин переменного тока;<br>- принципы действия, конструкции и характеристики синхронных машин;<br>- принципы действия, конструкции и характеристики асинхронных машин;<br>- принципы действия, конструкции и характеристики машин постоянного тока.<br><br>уметь:<br>- рассчитывать параметры и характеристики трансформаторов;<br>- рассчитывать МДС многофазных обмоток машин переменного тока;<br>- рассчитывать параметры и характеристики синхронных машин;<br>- рассчитывать параметры и характеристики асинхронных машин;<br>- рассчитывать параметры и характеристики машин постоянного тока. |

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электроэнергетика и электротехника (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.



### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 часа.

| № п/п | Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации | Всего часов на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы |     |    |              |   |     |    |    |                   |                                   | Содержание самостоятельной работы/ методические указания  |
|-------|--|-----------------------|---------|--|-----|----|--------------|---|-----|----|----|-------------------|-----------------------------------|---|
|       |  |                       |         | Контактная работа  |     |    |              |   |     |    | СР |                   |                                   |   |
|       |  |                       |         | Лек  | Лаб | Пр | Консультация |   | ИКР |    | ПА | Работа в семестре | Подготовка к аттестации /контроль |   |
| КПР   | ГК   | ИККП                  | ТК      |  |     |    |              |   |     |    |    |                   |                                   |   |
| 1     | 2  | 3                     | 4       | 5  | 6   | 7  | 8            | 9 | 10  | 11 | 12 | 13                | 14                                | 15  |
| 1     | Трансформаторы   | 46                    | 4       | 7  | 8   | 8  | -            | - | -   | -  | -  | 23                | -                                 | <p><b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие:<br/> Вычертить в масштабе эскиз магнитной системы и размещения на ней обмоток. Вычертить схемы соединения обмоток, обеспечивающие получение заданной группы соединения.</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Трансформаторы". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: Определить фазные значения номинального напряжения, а также номинальный ток и его фазные значения на статорах ВН и НН, и коэффициент трансформации (для средней ступени напряжения ВН). Определить массы стали</p> |
| 1.1   | Трансформаторы   | 46                    |         | 7  | 8   | 8  | -            | - | -   | -  | -  | 23                | -                                 |   |



|     |  |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   |  |  |
|-----|--|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|--|--|
|     |  |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   |  | [2], Глава 1-8<br>[3], Глава 2<br>[4], Глава 14-15   |
| 2   | Общие вопросы теории электромеханического преобразования энергии в электрических машинах | 21 | 3 | - | 4 | - | - | - | - | - | - | 14 | - |  | <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Общие вопросы теории электромеханического преобразования энергии в электрических машинах". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: Определить обмоточные коэффициенты 1, 5, 7, 11 и 13 пространственных гармоник для заданной обмотки   |
| 2.1 | Общие вопросы теории электромеханического преобразования энергии в электрических машинах | 21 | 3 | - | 4 | - | - | - | - | - | - | 14 | - |  | <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Общие вопросы теории электромеханического преобразования энергии в электрических машинах"<br><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы<br><b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие: Начертить схему-развертку трехфазной обмотки для варианта №____ Построить кривую пространственного распределения МДС обмотки при симметричной системе токов в |

|     |                   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   |  |
|-----|-------------------|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|--|
|     |                   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   | ее фазах.<br><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br>Повторение материала по разделу "Общие вопросы теории электромеханического преобразования энергии в электрических машинах"<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], Глава 8- 9<br>[2], Глава 12-15<br>[3], Глава 4<br>[4], Глава 29-31  |
| 3   | Синхронные машины | 41 | 6 | 8 | 4 | - | - | - | - | - | 23 | - | <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Синхронные машины"   |
| 3.1 | Синхронные машины | 41 | 6 | 8 | 4 | - | - | - | - | - | 23 | - | <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br>Изучение материала по разделу "Синхронные машины" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях<br><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b><br>Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы<br><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Синхронные машины" материалу.<br><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br>Повторение материала по разделу "Синхронные машины"<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], Глава 12-16<br>[2], Глава 32-38<br>[3], Глава 8 |

|     |                    |       |   |    |    |    |   |   |   |   |     |      |      |  |
|-----|--------------------|-------|---|----|----|----|---|---|---|---|-----|------|------|--|
|     |                    |       |   |    |    |    |   |   |   |   |     |      |      | [5], Глава 60-62   |
|     | Экзамен            | 36.0  |   | -  | -  | -  | - | 2 | - | - | 0.5 | -    | 33.5 |  |
|     | Всего за семестр   | 144.0 |   | 16 | 16 | 16 | - | 2 | - | - | 0.5 | 60   | 33.5 |  |
|     | Итого за семестр   | 144.0 |   | 16 | 16 | 16 | 2 |   | - |   | 0.5 | 93.5 |      |  |
| 4   | Асинхронные машины | 28    | 5 | 8  | 8  | -  | - | - | - | - | -   | 12   | -    | <p><b><u>Подготовка курсового проекта:</u></b> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей: Выбор главных размеров машины. Выбор обмоточных данных. Расчет параметров обмоток. Расчет рабочих и пусковых характеристик.</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Асинхронные машины"</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Асинхронные машины" материалу.</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Асинхронные машины"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[1], Глава 10-11<br/>[2], Глава 20-26<br/>[3], Глава 5<br/>[4], Глава 46</p> |
| 4.1 | Асинхронные машины | 28    |   | 8  | 8  | -  | - | - | - | - | -   | 12   | -    |  |

|     |                         |              |   |           |           |           |           |          |            |          |            |              |             |  |
|-----|-------------------------|--------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|------------|----------|------------|--------------|-------------|--|
| 5   | Машины постоянного тока | 26           |   | 8         | 8         | -         | -         | -        | -          | -        | -          | 10           | -           | <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br/>Повторение материала по разделу "Машины постоянного тока"</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Машины постоянного тока" материалу.</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Машины постоянного тока"</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br/>[1], Глава 18-19<br/>[2], Глава 40-46<br/>[3], Глава 10<br/>[5], Глава 68</p> |
| 5.1 | Машины постоянного тока | 26           |   | 8         | 8         | -         | -         | -        | -          | -        | -          | 10           | -           |  |
|     | Экзамен                 | 36.0         |   | -         | -         | -         | -         | 2        | -          | -        | 0.5        | -            | 33.5        |  |
|     | Курсовой проект (КП)    | 54.0         |   | -         | -         | -         | 16        | -        | 4          | -        | 0.3        | 33.7         | -           |  |
|     | <b>Всего за семестр</b> | <b>144.0</b> |   | <b>16</b> | <b>16</b> | <b>-</b>  | <b>16</b> | <b>2</b> | <b>4</b>   | <b>-</b> | <b>0.8</b> | <b>55.7</b>  | <b>33.5</b> |  |
|     | <b>Итого за семестр</b> | <b>144.0</b> |   | <b>16</b> | <b>16</b> | <b>-</b>  | <b>18</b> | <b>4</b> | <b>0.8</b> |          |            | <b>89.2</b>  |             |  |
|     | <b>ИТОГО</b>            | <b>288.0</b> | - | <b>32</b> | <b>32</b> | <b>16</b> | <b>20</b> | <b>4</b> | <b>1.3</b> |          |            | <b>182.7</b> |             |  |

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

## 3.2 Краткое содержание разделов

### 1. Трансформаторы

#### 1.1. Трансформаторы

Введение. Значение электрических машин и электромеханики в современной электротехнике, электроэнергетике, отраслях промышленности. Перспективы развития электромеханики на современном этапе. Основные типы электрических машин и других электромеханических преобразователей, применяющихся в электроэнергетике, методы их анализа. Принцип работы и конструкция однофазных трансформаторов. Магнитные системы и магнитопроводы трансформаторов. Электротехнические стали. Типы и конструкции обмоток. Основные изоляционные узлы и детали. Классификация изоляции. Рабочий процесс однофазного трансформатора. Основные уравнения напряжений и МДС однофазного трансформатора. Работа трансформатора при нагрузке. Приведённый трансформатор. Схема замещения трансформатора. Параметры схемы замещения. Векторная диаграмма трансформатора. Опыты холостого хода и короткого замыкания трансформатора. Регулирование напряжения трансформаторов. Внешняя характеристика. Регулирование напряжения под нагрузкой. Энергетическая диаграмма трансформатора. Потери и КПД. Конструкция трехфазных трансформаторов. Схемы и группы соединения обмоток трёхфазных трансформаторов. Параллельная работа трехфазных трансформаторов. Условия включения трансформаторов на параллельную работу. Трёхобмоточные трансформаторы. Конструкция, параметры схемы замещения. Автотрансформатор. Специальные трансформаторы. Назначение, схема соединения обмоток, преимущества и недостатки перед обычными трансформаторами. Внезапное короткое замыкание трансформатора. Автотрансформаторы. Вопросы безопасности при работе с автотрансформаторами.

### 2. Общие вопросы теории электромеханического преобразования энергии в электрических машинах

#### 2.1. Общие вопросы теории электромеханического преобразования энергии в электрических машинах

Обмотки машин переменного тока. Магнитодвижущая сила обмотки и ее высшие гармонические. Вращающиеся магнитные поля в электрических машинах. Наведение ЭДС в трехфазной обмотке. Способы улучшения формы ЭДС. Обмоточный коэффициент. Индуктивные сопротивления обмотки машины переменного тока.

### 3. Синхронные машины

#### 3.1. Синхронные машины

Назначение, области применения, принцип работы и конструкция синхронных машин в генераторном и двигательном режимах. Холостой ход синхронного генератора. Характеристика холостого хода. Работа синхронной машины на автономную нагрузку. Реакция якоря явнополюсного синхронного генератора. Уравнения напряжений и векторная диаграмма неявнополюсного синхронного генератора с приближенным учётом насыщения. Уравнения напряжений и векторная диаграмма явнополюсного синхронного генератора без учёта насыщения. Уравнения напряжений и векторная диаграмма явнополюсного синхронного генератора с приближенным учётом насыщения. Параметры синхронного генератора. Определение параметров из опытов. Потери и КПД синхронного генератора. Особенности работы синхронного генератора параллельно с сетью. Способы включения в сеть. Регулирование активной мощности синхронного генератора. Угловые характеристики. Регулирование реактивной мощности синхронного генератора. U-образные характеристики.

Работа синхронной машины в двигательном режиме. Синхронный компенсатор. Внезапное короткое замыкание синхронного генератора.

#### 4. Асинхронные машины

##### 4.1. Асинхронные машины

Назначение, области применения и конструкция асинхронных машин (АМ). Принципы работы АМ в режимах двигателя, генератора и электромагнитного тормоза. Основные уравнения и характеристики АМ. Приведение рабочего процесса АМ к рабочему процессу эквивалентного трансформатора. Схемы замещения АМ. Векторная диаграмма асинхронного двигателя (АД). Опыты холостого хода и короткого замыкания АД. Энергетическая диаграмма АД. Вращающий момент АД. Формулы Клосса. Пусковой момент АД. Способы увеличения пускового момента АД. Способы пуска в ход АД с фазным и короткозамкнутым роторами. Регулирование частоты вращения АД. Работа АД в ненормальных и особых режимах.

#### 5. Машины постоянного тока

##### 5.1. Машины постоянного тока

Назначение, области применения и конструкция машин постоянного тока (МПТ). Принципы работы МПТ в генераторном и двигательном режимах. Типы обмоток якоря МПТ. Условия симметрии обмоток якоря. Магнитное поле МПТ при холостом ходе и нагрузке. Реакция якоря. Назначение в МПТ добавочных полюсов, компенсационной обмотки, стабилизирующей обмотки. Генераторы постоянного тока: схемы, внешние и регулировочные характеристики. Двигатели постоянного тока: схемы, пуск, характеристики, регулирование частоты вращения.

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Определение основных параметров трансформаторов по их номинальным и конструктивным данным;
2. Расчёт намагничивающего тока трансформатора по его конструктивным данным;
3. Расчёт и проектирование трансформатора небольшой мощности;
4. Выбор трансформаторов для станций и подстанций по минимуму потерь;
5. Группы соединения обмоток трансформаторов, определение групп по схемам соединения обмоток;
6. Расчёт распределения мощностей в параллельно включённых трансформаторах;
7. Обмотки вращающихся электрических машин переменного тока;
8. Построение распределения МДС обмоток машин переменного тока.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Исследование трехфазного двухобмоточного трансформатора при холостом ходе и коротком замыкании;
2. Параллельная работа трехфазных трансформаторов;
3. Исследование характеристик трехфазного синхронного генератора;
4. Исследование синхронного генератора, работающего параллельно с сетью;
5. Исследование трёхфазного асинхронного двигателей с короткозамкнутым и фазным роторами;
6. Исследование трехфазного асинхронного двигателя в ненормальных и особых режимах;
7. Исследование генератора постоянного тока;

## 8. Исследование двигателя постоянного тока.

### 3.5 Консультации

#### Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Асинхронные машины"

#### Индивидуальные консультации по курсовому проекту /работе (ИККП)

1. Консультации проводятся по разделу "Асинхронные машины"

#### Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Трансформаторы"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Общие вопросы теории электромеханического преобразования энергии в электрических машинах"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Синхронные машины"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Асинхронные машины"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Машины постоянного тока"

### 3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

#### 5 Семестр

Курсовой проект (КП)

Темы:

- Особенности проектирования электрических машин
- Выбор главных размеров
- Расчет магнитной цепи
- Расчет параметров и характеристик
- Оформление графической части и расчетно-пояснительной записки

#### **График выполнения курсового проекта**

| Неделя                                  | 1 - 4 | 5 - 9 | 10 - 11 | 12 - 13 | 14 - 15 | Зачетная                 |
|---|-------|-------|---------|---------|---------|--------------------------|
| Раздел курсового проекта                | 1     | 2     | 3       | 4       | 5       | Защита курсового проекта |
| Объем раздела, %                        | 10    | 20    | 20      | 20      | 30      | -                        |
| Выполненный объем нарастающим итогом, % | 10    | 30    | 50      | 70      | 100     | -                        |

| Номер раздела | Раздел курсового проекта                       |
|---------------|--|
| 1             | Особенности проектирования электрических машин |
| 2             | Выбор главных размеров                         |
| 3             | Расчет магнитной цепи                          |
| 4             | Расчет параметров и характеристик              |



### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

| Запланированные результаты обучения по дисциплине<br>(в соответствии с разделом 1) | Коды индикаторов      | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) |   |   |   |   | Оценочное средство<br>(тип и наименование)   |
|--|-----------------------|---|---|---|---|---|--|
|  |                       | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 |  |
| <b>Знать:</b>  |                       |   |   |   |   |   |  |
| принципы действия, конструкции и характеристики машин постоянного тока             | ИД-5 <sub>ОПК-4</sub> |   |   |   |   | + | Лабораторная работа/Генератор постоянного тока<br>Лабораторная работа/Двигатель постоянного тока   |
| принципы действия, конструкции и характеристики асинхронных машин                  | ИД-5 <sub>ОПК-4</sub> |   |   |   | + |   | Контрольная работа/Асинхронные двигатели<br>Лабораторная работа/Неноминальные и особые режимы работы асинхронного двигателя<br>Лабораторная работа/Трехфазный асинхронный двигатель  |
| принципы действия, конструкции и характеристики синхронных машин                   | ИД-5 <sub>ОПК-4</sub> |   |   | + |   |   | Лабораторная работа/Синхронный генератор, работающий параллельно с сетью<br>Лабораторная работа/Характеристики трехфазного синхронного генератора  |
| способы построения обмоток машин переменного тока                                  | ИД-5 <sub>ОПК-4</sub> |   | + |   |   |   | Расчетно-графическая работа/Обмотки электрических машин  |
| принципы действия, конструкции и характеристики трансформаторов                    | ИД-5 <sub>ОПК-4</sub> | +   |   |   |   |   | Контрольная работа/Номинальные данные трансформаторов<br>Лабораторная работа/Параллельная работа трехфазных трансформаторов<br>Лабораторная работа/Параметры трехфазного двухобмоточного трансформатора<br>Расчетно-графическая работа/Расчет параметров трансформаторов |
| <b>Уметь:</b>  |                       |   |   |   |   |   |  |
| рассчитывать параметры и характеристики  | ИД-5 <sub>ОПК-4</sub> |   |   |   |   | + | Лабораторная работа/Генератор постоянного тока   |

|   |                       |  |   |   |   |  |
|---|-----------------------|--|---|---|---|--|
| машин постоянного тока                                      |                       |  |   |   |   | Лабораторная работа/Двигатель постоянного тока   |
| рассчитывать параметры и характеристики асинхронных машин   | ИД-5 <sub>ОПК-4</sub> |  |   |   | + | Контрольная работа/Асинхронные двигатели<br>Лабораторная работа/Неноминальные и особые режимы работы асинхронного двигателя<br>Лабораторная работа/Трехфазный асинхронный двигатель  |
| рассчитывать параметры и характеристики синхронных машин    | ИД-5 <sub>ОПК-4</sub> |  |   |   | + | Лабораторная работа/Синхронный генератор, работающий параллельно с сетью<br>Лабораторная работа/Характеристики трехфазного синхронного генератора  |
| рассчитывать МДС многофазных обмоток машин переменного тока | ИД-5 <sub>ОПК-4</sub> |  |   | + |   | Расчетно-графическая работа/Обмотки электрических машин  |
| рассчитывать параметры и характеристики трансформаторов     | ИД-5 <sub>ОПК-4</sub> |  | + |   |   | Контрольная работа/Номинальные данные трансформаторов<br>Лабораторная работа/Параллельная работа трехфазных трансформаторов<br>Лабораторная работа/Параметры трехфазного двухобмоточного трансформатора<br>Расчетно-графическая работа/Расчет параметров трансформаторов |

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

#### **4 семестр**

Форма реализации: Защита задания

1. Обмотки электрических машин (Расчетно-графическая работа)
2. Параллельная работа трехфазных трансформаторов (Лабораторная работа)
3. Параметры трехфазного двухобмоточного трансформатора (Лабораторная работа)
4. Расчет параметров трансформаторов (Расчетно-графическая работа)
5. Синхронный генератор, работающий параллельно с сетью (Лабораторная работа)
6. Характеристики трехфазного синхронного генератора (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Номинальные данные трансформаторов (Контрольная работа)

#### **5 семестр**

Форма реализации: Защита задания

1. Генератор постоянного тока (Лабораторная работа)
2. Двигатель постоянного тока (Лабораторная работа)
3. Неноминальные и особые режимы работы асинхронного двигателя (Лабораторная работа)
4. Трехфазный асинхронный двигатель (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Асинхронные двигатели (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсового проекта является приложением Б.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

#### Экзамен (Семестр №4)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

#### Экзамен (Семестр №5)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

#### Курсовой проект (КП) (Семестр №5)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 5 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### 5.1 Печатные и электронные издания:

1. Беспалов, В. Я. Электрические машины : учебник для вузов по направлению "Электроэнергетика и электротехника" / В. Я. Беспалов, Н. Ф. Котеленец . – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Академия, 2013 . – 320 с. – (Высшее профессиональное образование . Бакалавриат) . - ISBN 978-5-7695-8497-8 .;
2. Токарев, Б. Ф. Электрические машины : Учебное пособие для электротехнических и энергетических специальностей вузов / Б. Ф. Токарев . – М. : Альянс, 2015 . – 624 с. - ISBN 978-5-91872-064-6 .;
3. Брускин, Д. Э. Электрические машины: В 2 ч. Ч.1. : Учебник для электротехнических специальностей вузов / Д. Э. Брускин, А. Е. Зорохович, В. С. Хвостов . – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высшая школа, 1987 . – 319 с.;
4. Иванов-Смоленский А.В.- "Электрические машины. В двух томах. Том 1", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017  
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012222.html>;
5. Иванов-Смоленский А.В.- "Электрические машины. В двух томах. Том 2", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017  
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012239.html>.

### 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции.

### 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения   | Номер аудитории, наименование             | Оснащение  |
|---|---|--|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | Г-200, Учебная аудитория                  | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, трибуна, мультимедийный проектор, экран  |
|   | Д-213, Учебная аудитория                  | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая  |
| Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий                   | ЭЭА-26, Лаборатория каф. "ЭМЭА"           | стеллаж для хранения книг, книги, учебники, пособия  |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации               | Д-213, Учебная аудитория                  | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая  |
| Помещения для самостоятельной работы                                    | Д-2/12(1), Кабинет сотрудников каф. "ЭЭС" | кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол для работы с документами, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, тумба, колонки звуковые, многофункциональный |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  |  | центр, компьютер персональный, принтер, документы, журналы, книги, учебники, пособия, канцелярский принадлежности, зеркала  |
| Помещения для консультирования                           | Д-2/12(2),<br>Кабинет сотрудников каф. "ЭЭС" | кресло рабочее, стол для работы с документами, стул, шкаф для документов, вешалка для одежды, тумба, стол для совещаний, принтер, кондиционер, журналы, книги, учебники, пособия, канцелярский принадлежности |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря | В-404/1а,<br>Кладовая                        |   |

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ****Электрические машины**

(название дисциплины)

**4 семестр****Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Номинальные данные трансформаторов (Контрольная работа)  
 КМ-2 Расчет параметров трансформаторов (Расчетно-графическая работа)  
 КМ-3 Обмотки электрических машин (Расчетно-графическая работа)  
 КМ-4 Параметры трехфазного двухобмоточного трансформатора (Лабораторная работа)  
 КМ-5 Параллельная работа трехфазных трансформаторов (Лабораторная работа)  
 КМ-6 Характеристики трехфазного синхронного генератора (Лабораторная работа)  
 КМ-7 Синхронный генератор, работающий параллельно с сетью (Лабораторная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

| Номер раздела | Раздел дисциплины  | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 | КМ-6 | КМ-7 |
|---------------|--|------------|------|------|------|------|------|------|------|
|               |  | Неделя КМ: | 4    | 8    | 12   | 14   | 15   | 16   | 16   |
| 1             | Трансформаторы   |            |      |      |      |      |      |      |      |
| 1.1           | Трансформаторы   |            | +    | +    |      | +    | +    |      |      |
| 2             | Общие вопросы теории электромеханического преобразования энергии в электрических машинах |            |      |      |      |      |      |      |      |
| 2.1           | Общие вопросы теории электромеханического преобразования энергии в электрических машинах |            |      |      | +    |      |      |      |      |
| 3             | Синхронные машины  |            |      |      |      |      |      |      |      |
| 3.1           | Синхронные машины  |            |      |      |      |      |      | +    | +    |
| Вес КМ, %:    |  |            | 4    | 20   | 20   | 8    | 20   | 20   | 8    |

**5 семестр****Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-8 Асинхронные двигатели (Контрольная работа)  
 КМ-9 Трехфазный асинхронный двигатель (Лабораторная работа)  
 КМ-10 Неноминальные и особые режимы работы асинхронного двигателя (Лабораторная работа)  
 КМ-11 Генератор постоянного тока (Лабораторная работа)  
 КМ- Двигатель постоянного тока (Лабораторная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

| Номер<br>раздела | Раздел дисциплины       | Индекс<br>КМ: | КМ-8 | КМ-9 | КМ-10 | КМ-11 | КМ-12 |
|------------------|-------------------------|---------------|------|------|-------|-------|-------|
|                  |                         | Неделя<br>КМ: | 4    | 9    | 11    | 13    | 15    |
| 1                | Асинхронные машины      |               |      |      |       |       |       |
| 1.1              | Асинхронные машины      |               | +    | +    | +     |       |       |
| 2                | Машины постоянного тока |               |      |      |       |       |       |
| 2.1              | Машины постоянного тока |               |      |      |       | +     | +     |
| Вес КМ, %:       |                         |               | 10   | 20   | 20    | 20    | 30    |

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### Электрические машины

(название дисциплины)

#### 5 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:**

- КМ-1 Формулировка задания на проектирование
- КМ-2 Выбор главных размеров
- КМ-3 Проведение расчетов магнитной цепи
- КМ-4 Расчет параметров и построение характеристик
- КМ-5 Разработка графической и текстовой части проекта

**Вид промежуточной аттестации – защита КП.**

| Номер раздела | Раздел курсового проекта/курсовой работы                      | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 |
|---------------|---|------------|------|------|------|------|------|
|               |   | Неделя КМ: | 4    | 9    | 11   | 13   | 15   |
| 1             | Особенности проектирования электрических машин                |            | +    |      |      |      |      |
| 2             | Выбор главных размеров  |            |      | +    |      |      |      |
| 3             | Расчет магнитной цепи   |            |      |      | +    |      |      |
| 4             | Расчет параметров и характеристик                             |            |      |      |      | +    |      |
| 5             | Оформление графической части и расчетно-пояснительной записки |            |      |      |      |      | +    |
| Вес КМ, %:    |   |            | 10   | 20   | 20   | 20   | 30   |